ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2004
Seria: BUDOWNICTWO z. 102 Nr kol. 1644

Beata WILK*
Politechnika Śląska

# PRÓBA OCENY ZMIENNOŚCI WYBRANYCH PARAMETRÓW KLIMATYCZNYCH

**Streszczenie.** W referacie podjęto próbę oceny zmienności natężenia całkowitego promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego na podstawie wyników badań uzyskanych na stanowisku badawczym w Gliwicach w latach 1994÷2002. Otrzymane wyniki badań porównano z wartościami analizowanych parametrów klimatycznych podanymi w normie [8].

# AN ATTEMPT TO EVALUATE VARIABILITY OF SELECTED CLIMATIC PARAMETERS

**Summary**. An attempt to estimate a variability of total solar radiation and external air temperature is undertaken in the paper, on the basis of research results obtained on research stand in Gliwice in period 1994÷2002. Obtained research results were compared with analysed values of climatic parameters given in Polish Standard [8].

## 1. Wprowadzenie

Natężenie promieniowania słonecznego oraz temperatura powietrza zewnętrznego są jednymi z podstawowych parametrów, które wpływają na potrzeby cieplne budynku. Wpływ czynników klimatycznych jest ważny zarówno dla konstruktorów, architektów, jak i dla specjalistów z dziedziny ogrzewnictwa i wentylacji. Każda zmiana natężenia promieniowania słonecznego powoduje wahania temperatury powietrza zewnętrznego. Natomiast temperatura powietrza zewnętrznego wpływa na zmiany parametrów powietrza wewnątrz pomieszczenia, czyli decyduje o komforcie cieplnym pomieszczenia [5],[6]. Chcąc projektować urządzenia

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Jan Ślusarek, prof. Pol. Śląskiej

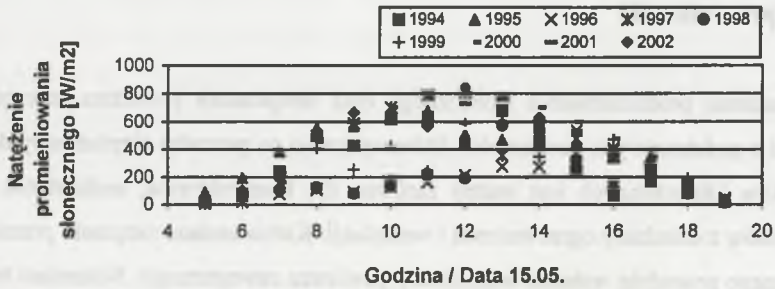
grzewcze i klimatyzacyjne, inżynier musi znać podstawy nauki o klimacie. Należy przede wszystkim rozróżniać pojęcie pogody i klimatu.

Pojęciem klimatu określamy średnie warunki stanu pogody, które wynikają z obserwacji przeprowadzonych w ciągu wielu dziesiątków lat charakterystycznych dla danego terenu. Natomiast przez pogodę rozumiemy pewien stan zewnętrznej atmosfery w danej chwili, który określa wspólne oddziaływanie czynników meteorologicznych panujących właśnie w danym miejscu [7]. Do czynników meteorologicznych zaliczamy: promieniowanie słoneczne, temperaturę powietrza, ciśnienie powietrza, wilgotność powietrza, prędkość i kierunek wiatru oraz opady atmosferyczne. Do czynników kształtujących klimat zaliczamy: szerokość geograficzną, rozkład lądów i mórz, wysokość nad poziomem morza, prądy morskie oraz ukształtowanie terenu [7],[3].

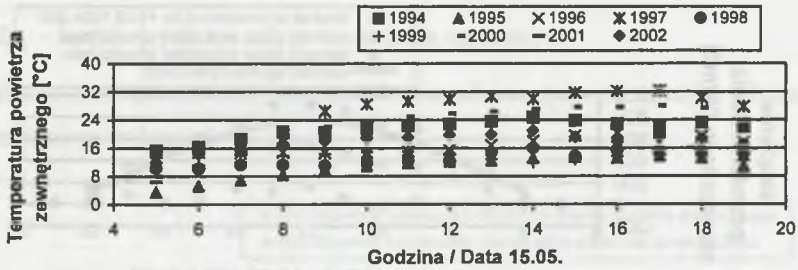
## 2. Wyniki badań wybranych parametrów klimatycznych

W referacie podjęto próbę oceny zmienności wymienionych parametrów klimatycznych. Do analizy porównawczej wzięto pod uwagę wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego, uwzględniając powierzchnię poziomą, szerokość geograficzną 52°N oraz przeźroczystość atmosfery P4 (obszary dużych miast) oraz wartości temperatury powietrza zewnętrznego w dniach: 15.04, 15.05, 15.06, 15.07, 15.08, 15.09 [8].

Na wykresach 2.1. i 2.2. przedstawiono przykładowe wyniki badań natężenia całkowitego promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego. Badania były prowadzone w Katedrze Procesów Budowlanych w latach 1994÷2002.




Rys. 2.1. Natężenie całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.05. w latach1994÷2002
Fig. 2.1. Intensity of total solar radiation on 15 May in the years 1994÷2002




Rys. 2.2. Temperatura powietrza zewnętrznego w dniu 15.05. w latach1994÷2002
Fig. 2.2. Ambient air temperature on 15 May in the years 1994÷2002

## 3. Wstępna ocena statystyczna wybranych parametrów klimatycznych

Analizę wybranych parametrów klimatycznych przeprowadzono stosując klasyczne metody statystyczne. Wyznaczono bowiem przedziały ufności tych parametrów na podstawie metody J. Neymana, przy arbitralnie przyjętej wartości prawdopodobieństwa popełnienia błędu α. Prawdopodobieństwo zdarzenia polegającego na tym, że wartość analizowanego parametru klimatycznego $D_K$ należy do przedziału ufności, określone jest za pomocą wzoru [2]:

$$P\left(D_{min} \le D_K \le D_{max}\right) = 1 - \alpha \tag{1}$$

gdzie:

$[D_{min}, D_{max}]$ – przedział ufności, α – poziom istotności, (1 – α) – poziom ufności,

$D_{min}$, $D_{max}$ – odpowiednio dolna i górna granica przedziału ufności, $D_K$ – temperatura powietrza zewnętrznego ( natężenie całkowitego promieniowania słonecznego).

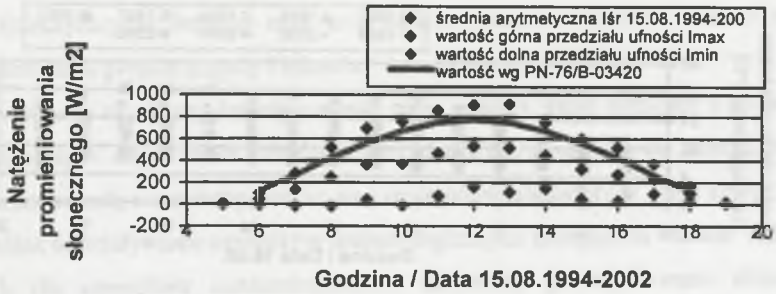
Zakładając, że próba jest dostatecznie liczna oraz przyjmując poziom istotności α = 0,05,otrzymamy:

$$\begin{aligned} D_{min} &= D_{śr} - 1{,}64 \cdot s \\ D_{max} &= D_{śr} + 1{,}64 \cdot s \end{aligned} \tag{2}$$

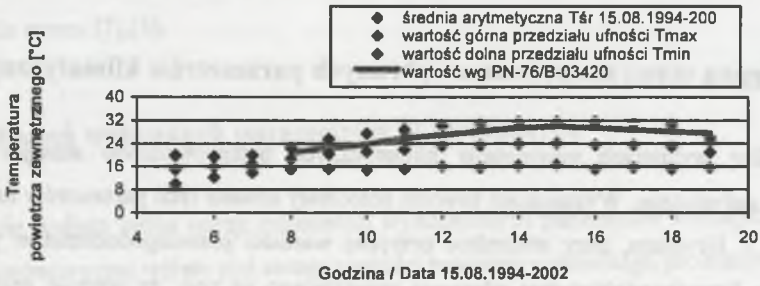
gdzie:

$D_{śr}$ – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe.

Poniżej przedstawiono przykładowe wykresy temperatury powietrza zewnętrznego oraz natężenia całkowitego promieniowania słonecznego opracowane na podstawie wzoru (2). Podobne rezultaty otrzymano w analizie w dniach 15.04., 15.05., 15.06., 15.07. oraz 15.09.




Rys. 3.1. Natężenie całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.08. w latach 1994÷2002
Fig. 3.1. Intensity of total solar radiation on 15 August in the years 1994÷2002




Rys. 3.2. Temperatura powietrza zewnętrznego w dniu 15.08. w latach 1994÷2002
Fig. 3.2. Ambient air temperature on 15 August in the years 1994÷2002

Na podstawie wykresów 3.1. i 3.2. oraz sporządzonych dla pozostałych dni można zauważyć, że wartości średnich arytmetycznych natężenia promieniowania oraz temperatury powietrza zewnętrznego z lat 1994÷2002, dla wybranych dni poszczególnych miesięcy, są niższe niż wartości określone w normie [8]. Jednak w każdym przypadku wartości natężenia promieniowania słonecznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego podane w [8] nie przekraczają wartości górnej przedziału ufności.

## 4. Analiza zmienności wybranych parametrów klimatycznych

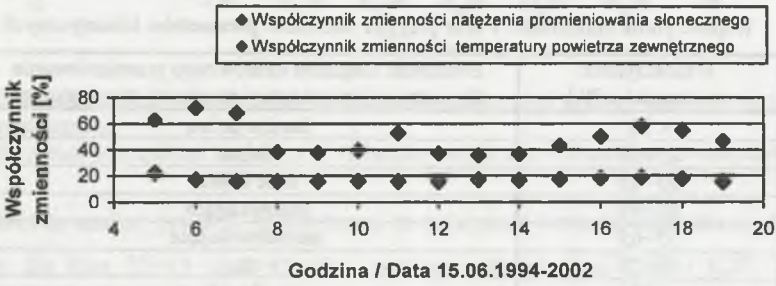
W celu oceny zmienności rozważanych parametrów klimatycznych posłużono się współczynnikiem zmienności v, który określa wzór [4]:

$$v = \frac{s}{|D_{śr}|} \cdot 100\% \tag{3}$$

gdzie:

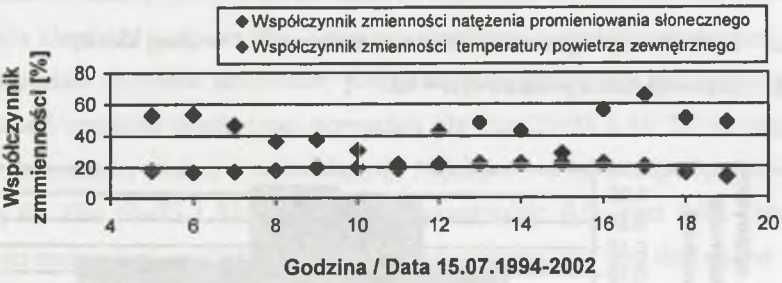
$D_{śr}$ – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe.

Przykładowe współczynniki zmienności v analizowanych parametrów klimatycznych przedstawiono na wykresach 4.1. i 4.2.




Rys. 4.1. Współczynnik zmienności temperatury powietrza zewnętrznego oraz natężenia całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.06. w latach 1994÷2002

Fig. 4.1. Variability coefficient of ambient air temperature and intensity of total solar radiation on 15 June in the years 1994÷2002




Rys. 4.2. Współczynnik zmienności temperatury powietrza zewnętrznego oraz natężenia całkowitego promieniowania słonecznego w dniu 15.07. w latach 1994÷2002

Fig. 4.2. Variability coefficient of ambient air temperature and intensity of total solar radiation on 15 July in the years 1994÷2002

Analiza sporządzonych wykresów pozwala na stwierdzenie, że współczynnik zmienności v dla natężenia całkowitego promieniowania słonecznego wykazuje najmniejsze wartości w dniach 15.05. i 15.08. w latach 1994÷2002. Największe natomiast wartości współczynnik ten przyjmuje w dniach 15.04., 15.06., 15.07. oraz 15.09. w latach 1994÷2002. Współczynnik zmienności v temperatury powietrza zewnętrznego wykazuje najmniejsze wartości w dniach

15.06., 15.07. i 15.08. w latach 1994÷2002. Największe natomiast wartości współczynnik ten przyjmuje w dniach 15.04., 15.05. oraz 15.09. w latach 1994÷2002.

W tabeli 1 zestawiono przyjęte arbitralnie przedziały współczynnika zmienności v oraz interpretację w zakresie stabilności analizowanych parametrów klimatycznych.

Tabela 1

Współczynnik zmienności v oraz przyjęta stabilność parametrów klimatycznych

| Współczynnik zmienności v [%] | Stabilność natężenia całkowitego promieniowania słonecznego/ temperatury powietrza zewnętrznego |
|---|---|
| < 25 | bardzo dobra |
| 25÷35 | dobra |
| 35÷45 | dość dobra |
| 45÷55 | zadowalająca |
| 55÷65 | niezadowalająca |
| 65÷75 | zła |
| >75 | bardzo zła |

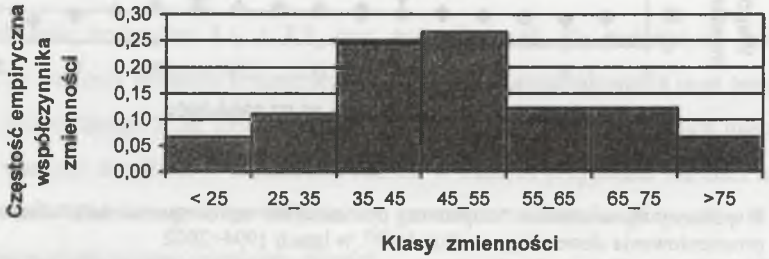
Częstość empiryczna wystąpienia współczynnika zmienności v w danej klasie obliczono według wzoru [1]:

$$p = \frac{m}{n} \tag{4}$$

gdzie:

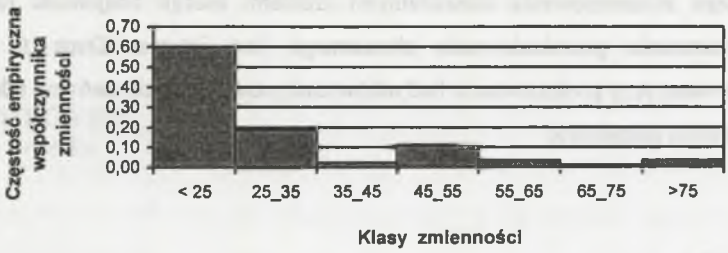
m – liczba dni występowania wskaźnika zmienności v w danej klasie,

n – całkowita liczba pomiarów, n = 90.




Rys. 4.3. Histogram częstości empirycznej współczynnika zmienności v natężenia całkowitego promieniowania słonecznego

Fig. 4.3. Histogram of empirical frequency of variability coefficient v of total solar radiation intensity




Rys. 4.4. Histogram częstości empirycznej współczynnika zmienności v temperatury powietrza zewnętrznego
Fig. 4.4. Histogram of empirical frequency of variability coefficient v of ambient air temperature

Na podstawie analizy rys. 4.3. stwierdzono, że najwyższe wartości częstości empirycznej przypadają dla klas 35÷45 oraz 45÷55 i wynoszą odpowiednio 0,24 i 0,27. Zgodnie z przyjętymi wcześniej założeniami (tab.1.) dla tych przedziałów stabilność promieniowania słonecznego jest co najmniej zadowalająca. Najniższe wartości częstości empirycznej przypadają dla klas <25 oraz >75 i wynoszą 0,07. Odpowiada to stabilności natężenia promieniowania słonecznego odpowiednio bardzo dobrej oraz bardzo złej.

Na podstawie analizy rys. 4.4. stwierdzono, że najwyższa wartość częstości empirycznej przypada dla klasy <25 i wynosi 0,6. Zgodnie z przyjętymi wcześniej założeniami (tab.1.) dla tego przedziału stabilność temperatury powietrza zewnętrznego jest bardzo dobra. Nieco niższe wartości częstości empirycznej przypadają dla klas 25÷35 i 45÷55, co odpowiada stabilności temperatury dobrej i zadowalającej. Najniższe wartości częstości empirycznej przypadają dla klas 65÷75 i 35÷45 i wynoszą odpowiednio 0,01 oraz 0,02. Odpowiada to stabilności temperatury powietrza zewnętrznego odpowiednio złej oraz dość dobrej.

## 5. Podsumowanie

Analizując stabilność natężenia całkowitego promieniowania słonecznego (rys.4.3.) zgodnie z przyjętymi wcześniej arbitralnie przedziałami (tab.1.), można stwierdzić, że stabilność ta jest co najmniej zadowalająca, natomiast analiza wykresu 4.4. pozwala na stwierdzenie, iż stabilność temperatury powietrza zewnętrznego można uznać za dobrą.

Wartości analizowanych parametrów podane w [8] są wyższe niż uzyskane w wyniku pomiarów. Można wnioskować więc, że ważna jest znajomość danych klimatycznych dla przeprowadzenia obliczeń potrzeb cieplnych budynków w danej miejscowości, w danym rejonie, aby wyniki odzwierciedlały rzeczywiste ich potrzeby energetyczne. W dobie

wzrastającego zainteresowania odnawialnymi źródłami energii znajomość rzeczywistych wartości natężenia promieniowania słonecznego jest istotna. Dane te mogą być wykorzystywane przy projektowaniu budynków energooszczędnych zarówno ich aktywnych, jak i pasywnych elementów.

## LITERATURA


1. Brandt S.: Analiza danych. PWN, Warszawa 1998.
2. Belok J., Ślusarek J.: Trial of Insolation Effects Identification for Selected External Partitions. Conference 'DAME–BC', Ispra 13÷14 November 2003.
3. Chwieduk D.: Analiza warunków napromieniowania obudowy budynku i jego helioaktywnych i heliopasywnych elementów przy wykorzystaniu izorad. IX Polska Konferencja Naukowo–Techniczna. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Łódź czerwiec 2003, s. 96÷105.
4. Klonecki W.: Statystyka dla inżynierów. PWN, Warszawa–Wrocław 1999.
5. Malicki M.: Wentylacja i klimatyzacja. PWN, Warszawa 1977.
6. Pogorzelski J.A.: Fizyka cieplna budowli. PWN, Warszawa 1976.
7. Rietschel, Raiβ.: Ogrzewanie i klimatyzacja. Tom I, Arkady, Warszawa 1972.
8. PN–76/B–03420 Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego.


Recenzent: Prof. dr hab. inż. Piotr Klemm